

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



IPW

Docket No. 1232-5381

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Yoshikazu MIYAJIMA

Serial No.: 10/826,071

Group Art Unit: TBA

Confirmation No. TBA

Examiner: TBA

Filed: April 15, 2004

For: EXPOSURE APPARATUS AND DEVICE FABRICATION METHOD

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

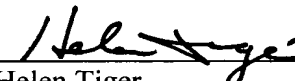
1. Claim to Convention Priority w/l document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: June 25, 2004

By:

  
Helen Tiger

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile



CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5381

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Yoshikazu MIYAJIMA

Serial No.: 10/826,071

Group Art Unit: TBA

Confirmation No. TBA

Examiner: TBA

Filed: April 15, 2004

For: EXPOSURE APPARATUS AND DEVICE FABRICATION METHOD

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

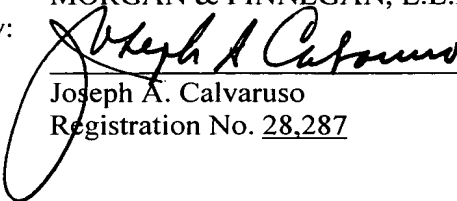
Application(s) filed in: Japan  
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha  
Serial No(s): 2003-110211  
Filing Date(s): April 15, 2003

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Dated: June 24, 2004

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

By:

  
Joseph A. Calvaruso  
Registration No. 28,287

Correspondence Address:  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    4 月 1 5 日  
Date of Application:

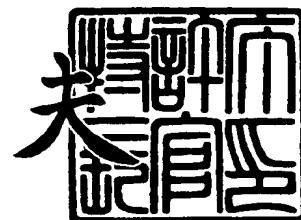
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 1 0 2 1 1  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 1 1 0 2 1 1 ]

出      願      人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    5 月    7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 254165

【提出日】 平成15年 4月15日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/017

【発明の名称】 露光装置及びデバイスの製造方法

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社  
内

【氏名】 宮島 義一

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社  
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会  
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

**【書類名】 明細書****【発明の名称】 露光装置及びデバイスの製造方法****【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 原版のパターンを照明する照明光学系と、前記パターンからの光を基板上に導く投影光学系とを有し、前記基板を露光する露光装置であって

前記露光装置が少なくとも 1 つの光学部材と、前記少なくとも 1 つの光学部材の自重変形量が小さくなるように、前記少なくとも 1 つの光学部材に対して非接触に力を加える加力手段を有することを特徴とする露光装置。

**【発明の詳細な説明】****【0 0 0 1】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、半導体製造工程において用いられる露光装置で、レチクルパターンをシリコンウエハ上に投影して転写する投影露光装置に関するものであり、その中でも、特に E U V 光 (Extreme Ultraviolet 極紫外光) である 1 3 ~ 1 4 n m 程度の波長の露光光を光源として使用し、真空内をミラー光学系より投影露光する E U V 露光装置に関するものである。

**【0 0 0 2】****【従来の技術】**

従来例を第 1 0、1 1 図に示す。

**【0 0 0 3】**

1 0 1 は励起レーザーであり、この励起レーザーをガス化、液化、噴霧化した光源材料に向けて照射して、光源材料原子をプラズマ励起することにより発光させる。この励起レーザーには Y A G 固体レーザー等を用いる。

**【0 0 0 4】**

1 0 2 は内部は真空に維持された構造を持つ光源発光部である。ここで、1 0 2 A は光源 A で、実際の露光光源の発光ポイントを示す。

**【0 0 0 5】**

1 0 3 は露光装置全体を格納する真空チャンバーで、真空ポンプ 1 0 4 により

真空状態を維持することを可能にするチャンバーである。

【0006】

105は光源発光部102からの露光光を導入成形する露光光導入部（照明光学系）で、ミラーA～D（105A～105D）により構成され、露光光を均質化かつ整形する。

【0007】

106はレチクルステージで、レチクルステージ上の可動部には、露光パターンの反射原盤である原版106Aが搭載されている。

【0008】

107は原版から反射した露光パターンを縮小投影する、縮小投影ミラー光学系で、ミラーA～E（107A～107E）に順次投影反射し最終的に規定の縮小倍率比で縮小投影される。

【0009】

108はウエハステージで、原版により反射縮小投影されたパターンを露光するSi基板であるウエハ108Aを、所定の露光位置に位置決めする為に、XYZ、XY軸回りのチルト、Z軸回りの回転方向の6軸駆動可能に位置決め制御される。

【0010】

109はレチクルステージ支持体で、レチクルステージ105を装置設置床に対して支持する。110は投影系本体で、縮小投影ミラー光学系107を装置設置床に対して支持する。111はウエハステージ支持体で、ウエハステージ108を装置設置床に対して支持する。

【0011】

以上のレチクルステージ支持体と投影系本体とウエハステージ支持体により分離独立して支持されたレチクルステージと、縮小投影ミラー光学系とウエハステージとは、それぞれの位置計測を行い、それらを所定の相対位置に連続して維持制御する手段（不図示）が設けられている。

【0012】

また、レチクルステージ支持体109と投影系本体110とウエハステージ支



持体 1 1 1 はそれぞれ独立して設けられており、それぞれ装置設置床からの振動を絶縁するマウント（不図示）が設けられている。

#### 【 0 0 1 3 】

1 1 2 は装置外部から装置内部に搬入した原版 1 0 6 A（レチクル）を一時的に保管するレチクルストッカーである。このレチクルストッカーは内部を密閉状態に保つ保管容器を備えており、この保管容器内には複数のレチクルが保管されている。

#### 【 0 0 1 4 】

1 1 3 はレチクルストッカー 1 1 2 から使用するレチクルを選択して搬送するレチクルチェンジャーである。

#### 【 0 0 1 5 】

1 1 4 は X Y Z 及び Z 軸周りに回転可能な回転ハンドから成るレチクルアライメントユニットである。レチクルチェンジャー 1 1 3 から原版を受け取り、レチクルステージ 1 0 6 端部に設けられたレチクルアライメントスコープ 1 1 5 部分に 1 8 0 度回転搬送し、縮小投影ミラー光学系 1 0 7 基準に設けられたアライメントマーク 1 1 5 A に対して原盤上を X Y Z 軸回転方向に微動してアライメントする。アライメントを終了した原版はレチクルステージ 1 0 6 上にチャッキングされる。

#### 【 0 0 1 6 】

1 1 6 は装置外部から一旦装置内部にウエハ 1 0 8 A を保管するウエハストッカーであり、このウエハストッカーは複数枚のウエハを保管可能な保管容器を備えている。

#### 【 0 0 1 7 】

1 1 7 はウエハ搬送ロボットで、ウエハストッカーから露光処理するウエハを選定し、ウエハメカプリアライメント温調機 1 1 8 に運ぶ。

#### 【 0 0 1 8 】

このウエハメカプリアライメント温調機 1 1 8 では、ウエハの回転方向の送り込み粗調整を行うと同時に、ウエハ温度を露光装置内部温調温度に合わせ込む。

#### 【 0 0 1 9 】

119はウエハ送り込みハンドで、ウエハメカプリアライメント温調機118にてアライメントと温調されたウエハをウエハステージ108に送り込む。

#### 【0020】

120及び121はゲートバルブで、装置外部からレチクル及びウエハを挿入するゲートを開閉する機構である。122も同じくゲートバルブで、装置内部でウエハストッカー116と露光空間及びウエハメカプリアライメント温調機118空間と露光空間を隔壁で分離し、ウエハ108Aを搬送（搬入搬出）するときのみ開閉する。

#### 【0021】

このように、隔壁で分離することにより108A、ウエハの装置外部との搬送搬出の際に、一旦大気開放される容積を最小限にして、速やかに真空平衡状態にすることを可能にしている。

#### 【0022】

##### 【発明が解決しようとする課題】

このような従来の構成の露光装置において、図11に示すように、ミラーA～Eを鏡筒107Fに対して位置決めした場合、ミラーがミラー自身の重力により自重変形（図中矢印方向）が発生してしまう。EUV光を用いた露光装置に用いるミラーの面形状精度は1nm程度以下と極めて厳しい面形状精度が要求されているため、ミラーが自重変形をしてしまうとミラーの面形状の精度を保証出来なくなる。

#### 【0023】

投影光学系内のミラーの面形状精度が悪化すると、投影光学系の結像性能の悪化（収差が大きくなる）及び照度低下を招く。

#### 【0024】

また照明光学系内のミラーの面形状精度が悪化した場合、マスクへの照度が低下してしまったり、照度ムラが発生してしまったり、特に光源ミラーが自重変形する場合は光源の集光不良等の照度悪化を招く結果となる。

#### 【0025】

そこで、本願発明では、ミラーの面形状を高精度に調整することが可能な光学

系（照明光学系及び／又は投影光学系）、又はこのような光学系を有する露光装置を提供することを目的とする。

#### 【0026】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の露光装置は、原版のパターンを照明する照明光学系と、前記パターンからの光を基板上に導く投影光学系とを有し、前記基板を露光する露光装置であって、前記露光装置が少なくとも1つの光学部材と、前記少なくとも1つの光学部材の自重変形量が小さくなるように、前記少なくとも1つの光学部材に対して非接触に力を加える加力手段を有することを特徴としている。

#### 【0027】

##### 【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施例を図1～9を用いて説明する。

#### 【0028】

##### （実施例1）

101は励起レーザーであり、この励起レーザーをガス化、液化、噴霧化した光源材料に向けて照射して、光源材料原子をプラズマ励起することにより発光させる。この励起レーザーにはYAG固体レーザー等を用いる。

#### 【0029】

2は光源発光部で内部は真空中に維持されている。ここで、2Aは光源Aであり、実際の露光光源の発光点を示している。

#### 【0030】

3は露光装置全体を格納する真空チャンバーであり、真空ポンプ4により内部を真空状態を維持するように構成されている。

#### 【0031】

5は光源発光部2からの露光光を導入成形する露光光導入部であり（光源発光部2からの照明光で原版6Aを照明する照明光学系であり）、この露光光導入部はミラーA～D（5A～5D）により構成され、原版を均一に照明するように照明光を整形する。ここで、この露光光導入部（照明光学系）は、4枚のミラーで

構成されている必要は無く、4～8枚のミラーで構成するようにすれば良い。それ以上多いと原版を照明する照明光の照度が落ちてしまうためあまり好ましく無い。

#### 【0032】

6はレチクルステージで、このレチクルステージ上の可動部には、露光パターンの反射原盤である原盤6Aが搭載されている。

#### 【0033】

7は原盤6Aに形成されたパターンを縮小投影する縮小投影ミラー光学系である。この縮小投影ミラー光学系はミラーA～E（7A～7E）により構成されており、前述のパターンからの光を前述のミラーA～Eで反射することにより、原版に形成されたパターンを規定の縮小倍率比でウエハに縮小投影する。7FはミラーA～Eを保持する鏡筒である。ここで、この縮小投影ミラー光学系は5枚のミラーで構成されている必要は無く、4枚、6枚、7枚、8枚等であっても構わない。

#### 【0034】

8はウエハステージで、原盤5Aにより反射縮小投影されたパターンを露光するSi基板であるウエハ8Aを、所定の露光位置に位置決めする為に、XYZ、XY軸回りのチルト、Z軸回りの回転方向の6軸駆動可能に位置決め制御される。

#### 【0035】

9はレチクルステージ支持体で、レチクルステージ5を装置設置床に対して支持する。10は投影系本体で、縮小投影ミラー光学系7を装置設置床に対して支持する。11はウエハステージ支持体で、ウエハステージ8を装置設置床に対して支持する。

#### 【0036】

さらに、前述のレチクルステージ支持体と投影系本体とウエハステージ支持体により分離独立して支持された、レチクルステージと投影光学系とウエハステージで、投影光学系とウエハステージ及びレチクルステージの間は、互いの相対位置を位置計測しその位置計測結果に従って相対位置を制御する手段（不図示）が

設けられている。また、レチクルステージ支持体と投影系本体とウエハステージ支持体には、装置設置床からの振動を絶縁（減衰）するマウント（不図示）が設けられている。

#### 【0037】

12は装置外部から装置内部に搬入した原版6A（レチクル）を一時的に保管するレチクルストッカーである。このレチクルストッカーは内部を密閉状態に保つ保管容器を備えており、この保管容器内には異なるパターンを有するレチクルや異なる露光条件（照明条件等）に合わせたレチクル（パターン幅、縦横比等が互いに異なるレチクル等）が保管されている。

#### 【0038】

13はレチクルストッカー12から使用するレチクルを選択して搬送するレチクルチェンジャーである。

#### 【0039】

14はXYZ及びZ軸周りに回転可能な回転ハンドから成るレチクルアライメントユニットで、レチクルチェンジャー13から原盤6Aを受け取り、レチクルステージ6端部に設けられた、レチクルアライメントスコープ15部分に180度回転搬送し、縮小投影ミラー光学系7基準に設けられたアライメントマーク15Aに対して原盤6A上をXYZ軸回転方向に微動してアライメントする。アライメントを終了した原盤6Aはレチクルステージ6上にチャッキングされる。

#### 【0040】

16は装置外部から一旦装置内部にウエハ108Aを保管するウエハストッカーであり、このウエハストッカーは複数枚のウエハを保管可能な保管容器を備えている。

#### 【0041】

17はウエハ搬送ロボットで、ウエハストッカー16から露光処理するウエハ8Aを選定し、ウエハメカプリアライメント温調機18に運ぶ。

#### 【0042】

このウエハメカプリアライメント温調機18では、ウエハの回転方向の送り込み粗調整を行うと同時に、ウエハ温度を露光装置内部温調温度に合わせ込む。

**【0043】**

19はウエハ送り込みハンドで、ウエハメカプリアライメント温調機18にてアライメントと温調されたウエハ8Aをウエハステージ8に送り込む。

**【0044】**

20及び21はゲートバルブで、装置外部からレチクル及びウエハを搬入するゲート、及び／又は装置内部からレチクル及びウエハを搬出するゲートを開閉する機構である。

**【0045】**

22、も同じくゲートバルブで、装置内部でウエハストッカー16及びウエハメカプリアライメント温調機18空間と露光空間を隔壁で分離し、ウエハ8Aを搬送（搬入搬出）するときのみ開閉する。

**【0046】**

このように、隔壁で分離することによりウエハ8Aの装置外部との搬送（搬入搬出）の際に、一旦大気開放される容積を最小限にして、速やかに真空平行状態にすることを可能にしている。

**【0047】**

ここで、図2に実施例1の概略図を示す。ここでは、縮小投影ミラー光学系7のミラーC（7C）及びミラーE（7E）を例に示す。

**【0048】**

ミラー7C側には、鏡筒と連結されたミラー保持エレメント25Dが配置されている。さらに、このミラー保持エレメント上に設けられたミラー変位計測手段25Fと、ミラーの鉛直方向の自重変形を補償する自重補償や自重変形による位置を補償する位置補償を行うための自重補償力発生手段25G及びZ推力発生手段25Jと、ミラー7Cの水平方向（XY方向）の位置を補償する水平位置補償推力発生手段25Hとを有しており、25G、25J、25Hは、駆動コイルとマグネットより成るローレンツ力発生手段より構成されている。

**【0049】**

ミラー7E側には、鏡筒と連結されたミラー保持エレメント26Dが配置されている。さらに、このミラー保持エレメント上に設けられたミラー変位計測手段

26Fと、ミラーの鉛直方向の自重変形を補償する自重補償や自重変形による位置を補償する位置補償を行うための自重補償力発生手段256及びZ推力発生手段26Jと、ミラー7Eの水平方向(XY方向)の位置を補償する水平位置補償推力発生手段26Hとを有しており、26G、26J、26Hは、駆動コイルとマグネットより成るローレンツ力発生手段より構成されている。

#### 【0050】

ここで、投影光学系の全射ミラーを通しての収差目標値の計測実施方法を説明する。

#### 【0051】

図3に示すように、レチクルステージ6のレチクルチャックスライダー6B(レチクルステージスライダー)が退避した状態で、図3のように波面計測光源供給光ファイバー23A(波面計測光供給ファイバー)から供給された計測光を波面計測光源出射口23から出射して、計測光が投影系ミラー反射面の全面で反射し、ウエハステージ8可動部に搭載された波面計測受光センサー24にて受光する。この波面計測受光センサーによる検出結果に基いて、投影系(反射ミラー全体)の波面収差を計測している。

#### 【0052】

次に、波面計測受光センサー24にて計測された波面計測値を用いて、波面計測値演算回路28にて波面収差量を算出する。この波面収差量に基いて、ミラー自重補償+鉛直水平補償補正駆動テーブル演算回路29にて、ミラーA~E(7A~7E)の補正駆動方向及び駆動量(又は力の印可方向及び印加量)を算出し、上記25G、25J、25H、26G、26J、26H等(ミラーA~Eすべてに関して位置計測、位置補償、力の印加手段を備えるのが好ましいが、すべてのミラーではなく、一部のミラーに対してのみ位置計測、位置補償、力の印加手段等を備えるように構成しても良い。)を有するミラー自重補償+水平鉛直補償駆動手段30へ目標値として伝達される。

#### 【0053】

同時にミラーA~E(7A~7E)の各位置情報は、25F、26F等のミラー変位計測手段からの信号をミラー系変位計測演算回路27によってまとめるこ

とにより、鏡筒からのミラー位置及びミラー間の相対位置が計測する。

#### 【0 0 5 4】

上述のように、2 5 G、2 5 J、2 5 H、2 6 G、2 6 J、2 6 H等を有するミラー自重補償＋水平鉛直補償駆動手段 3 0 により各ミラーを目標位置に駆動した後（さらにミラーの鏡筒からの相対位置を計測した後）、再度波面計測（波面計測判定確認）を行い、波面収差が規格値を満たしていれば（波面収差が所定量以下ならば）補正終了となり、波面収差が規格値を満たしていなければ（波面収差が所定量より大きければ）再度残留波面収差量を波面計測演算回路で算出して、上記補正を繰り返すことにより波面収差を目標規格値に追い込む。

#### 【0 0 5 5】

ちなみに、目標とする波面収差量は、ミラー位置を投影系単体で初期に調整して、収差を適正な目標量以下に追い込んだ値とする為、このとき発生している波面収差量が装置の目標収差量となり、またこのときの各ミラーの位置及び形状がミラー位置及びミラー形状の原点となる。勿論、目標とする波面収差量は別の値を用いても良いし、ミラー位置、ミラー形状の原点も初期調整時のものでなくても構わない。また、波面収差量のみに関して目標値を設定し、ミラー位置、ミラー形状に関しては特に原点という概念は導入しなくても良い。

#### 【0 0 5 6】

ミラー位置原点に対して、2 5 G、2 5 J、2 5 H、2 6 G、2 6 J、2 6 H等を有するミラー自重補償＋水平鉛直補償駆動手段 3 0（ミラー駆動手段）によりミラーを駆動することにより、収差を目標位置に追い込むことが可能になる。

#### 【0 0 5 7】

（実施例 2）

実施例 2 を図 4 を用いて説明する。

#### 【0 0 5 8】

自重補償力発生手段として、実施例 1 ではローレンツ力を用いたが、ローレンツ力以外に、永久磁石による吸引力を用いる方法もある。この実施例 2 では永久磁石を用いた点が実施例 1 と異なる。

#### 【0 0 5 9】



つまり、自重補償力発生手段 2 5 K、2 6 K がマグネットを有しており、このマグネットを用いてミラーの略重心軸上に重力と反対方向の力をミラーに対して発生させる。このようにミラーの重力とマグネットの磁力とを相殺することにより、ミラーの自重変形を補償（ミラーの自重変形を小さくするように補償）する。

#### 【0 0 6 0】

ここで、実施例 2 のように永久磁石を用いた自重補償では、マグネット吸引力制御をマグネット間（ミラーに取り付けたマグネットと鏡筒又は鏡筒に連結したミラー保持エレメントに取り付けたマグネットとの間）のギャップ調整手段（不図示）により行う必要がある。

#### 【0 0 6 1】

（実施例 3）

実施例 3 を図 5 を用いて説明する。

#### 【0 0 6 2】

自重補償力発生手段として、ローレンツ力以外に、静電吸着力による吸引力を用いる方法もある。実施例 3 では、自重補償力発生手段 2 5 L、2 6 L が静電吸引力を用いてミラーの自重補償（ミラーの自重変形を小さくするように補償する）を行うように構成した。

#### 【0 0 6 3】

ここでは、ミラーの略重心軸上に重力と反対方向の静電吸引力（自重補償力）を発生させることにより、ミラーの自重変形を補償している。つまり、ミラーの重力と静電吸引力をほぼ相殺することにより、ミラーの自重変形量を小さくしている。

#### 【0 0 6 4】

ここで、実施例 3 のように静電吸引力を用いて自重補償を行う場合には、静電チャック等の印加電位の制御が必要である。

#### 【0 0 6 5】

（実施例 4）

実施例 4 を図 6 を用いて説明する。

**【 0 0 6 6 】**

実施例 1 では、自重補償力発生手段と X Y Z 位置補償手段を併設して、反射ミラーを非接触で保持、位置制御を行っているが、この実施例 4（図 6）のように X Y Z 位置制御を行わず自重補償のみ行うことも考えられる。ここではミラー変位計測手段 2 5 F 及び自重補償力発生手段 2 5 M は、実施例 1 と同じ構成で、ミラー C（7 C）自身はミラー保持エレメント 2 5 D に位置変位手段等を介さずに固定されている。

**【 0 0 6 7 】**

また、同じくミラー変位計測手段 2 6 F 及び自重補償力発生手段 2 6 M は実施例 1 と同じ構成であり、ミラー E（7 E）自身はミラー保持エレメント 2 6 D に位置変位手段等を介さずに固定されている。

**【 0 0 6 8 】**

以上のように、自重補償手段のみ設けるミラーの場合、最終補正精度が比較的低い部位のミラー（そのミラーに対して必要とされる位置精度、面形状精度が相対的に低いミラー）に用いられる。しかしながら、自重補償力のミラー面内での分布を高精度に調整する際に、図 7 に示すように、複数の自重補償力発生手段 2 5 N をミラー背面に適宜分散して設けることにより、ミラーの面形状を微調整することが可能となるため、高精度な自重補償（ミラー面の自重変形量を高精度に補償する）が可能となる。

**【 0 0 6 9 】**

この実施例 4 における作業の流れを示すフローチャートが図 8 である。ここで、レチクルステージ 6 のレチクルステージスライダー（レチクルチャックスライダー）6 B が退避した状態で、図示のように波面計測光源光供給光ファイバー 2 3 A から供給された計測光を波面計測光源出射口 2 3 から出射して、計測光が投影系ミラー反射面の全面で反射し、図に示すようにウエハステージ 8 可動部に搭載された波面計測受光センサー 2 4 にて検出された検出結果に基づいて、投影系（反射ミラー全面）の波面収差が計測される。

**【 0 0 7 0 】**

次に、波面計測受光センサー 2 4 にて計測された波面計測値に基いて波面計測

値演算回路 2 8 にて波面収差量を算出する。この波面収差量（波面計測演算値）に基いてミラー自重補償補正駆動テーブル演算回路 3 1 にて、ミラー A ～ E （7 A ～ 7 E ）の補正駆動方向及び駆動量及び力印可量が算出され、2 5 N、2 6 N 等より成るミラー自重補償駆動手段 3 2 へ目標値として伝達される。

#### 【0 0 7 1】

同時にミラー A ～ E （7 A ～ 7 E ）の各位置情報は、ミラー変位計測手段 2 5 F、2 6 F からの信号をミラー系変位計測演算回路 2 7 にまとめることにより、鏡筒からのミラー位置及びミラー間の相対位置が計測される。

#### 【0 0 7 2】

2 5 N、2 6 N 等を有するミラー自重補償駆動手段 3 0 により各ミラーを目標位置に駆動した後、再度波面収差計測（波面計測判定確認）を行い、波面収差が規格値を満たしていれば補正終了となり、波面収差が規格値を満たしていなければ、再度残留波面収差量を波面計測演算回路で算出して、上記補正を繰り返すことにより目標規格値に追い込む。

#### 【0 0 7 3】

ちなみに、目標とする波面収差量は、ミラー位置を投影系単体で初期に調整して、収差を適正な目標量以下に追い込んだ値とする為、このとき発生している波面収差量が装置の目標収差量となり、またこのときの各ミラーの位置及び形状がミラー位置及びミラー形状の原点となる。勿論、目標とする波面収差量は別の値を用いても良いし、ミラー位置、ミラー形状の原点も初期調整時のものでなくても構わない。また、波面収差量のみに関して目標値を設定し、ミラー位置、ミラー形状に関しては特に原点という概念は導入しなくても良い。

#### 【0 0 7 4】

ミラー位置原点に対して、2 5 N、2 6 N 等を有するミラー自重補償駆動手段 3 0 によりミラーを駆動することにより、収差を目標位置に追い込むことが可能になる。

#### 【0 0 7 5】

（実施例 5）

実施例 5 を図 9 を用いて説明する。本実施例は実施例 4 とほぼ構成が同じであ

る。異なる点は、自重補償力発生手段 25P、26Pとして、実施例2、3のように、永久磁石あるいは静電力等を用いている点である。その他の点においては略実施例4と同じである。

#### 【0076】

ここで、各ミラーC、Eは鏡筒に対して固定して連結された（変位手段等を介さずに連結された）ミラー保持エレメントに直接支持されている。

#### 【0077】

ここまで、実施例1乃至5について説明してきたが、本発明はこれらに限定されるものではない。

#### 【0078】

例えば、力を印加したり、変位させたりするミラーは、ミラーC、Eに限らずミラーA～Fのいずれのミラーであっても構わないし、勿論ミラーは6枚に限らない。また、力を印加したり、変位させたりするミラーは、投影系のミラーに限らず照明系のミラーであっても構わない。

#### 【0079】

また、本実施例では波面収差に着目して、波面収差に基いてミラーに力を加えたり、ミラーを変位させたりしていたが、波面収差の検出結果ではなく他の基準値（例えば他の収差、特定のミラーの変形量）に基いてミラーに力を加えたり、ミラーを変位させたりしても構わない。

#### 【0080】

次に、図12及び図13を参照して、上述の露光装置3000を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図12は、デバイス（ICやLSIなどの半導体チップ、LCD、CCD等）の製造を説明するためのフローチャートである。本実施形態においては、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ1（回路設計）では、デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ3（ウェハ製造）では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ4（ウェハプロセス）は、前工程と呼ばれ、マスクとウェハを用いてリソグラフィー技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ5（組み立て）は、後工程と呼ばれ

、ステップ4によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）では、ステップ5で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、それが出荷（ステップ7）される。

#### 【0081】

図13は、ステップ4のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ11（酸化）では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ14（イオン打ち込み）では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では、露光装置500によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ17（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ18（エッチング）では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施形態のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。このように、露光装置3000を使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。

#### 【0082】

以上、本冷却装置を露光装置に適応した例を示した。本発明の冷却装置はEUV光に限定することなく、他のエキシマレーザ光にも適応することが可能である。また、マスクやウェハなどにも適応することが可能である。

#### 【0083】

本願実施態様は以下のように記載することができる。

#### 【0084】

（実施態様1） 原版のパターンを照明する照明光学系と、前記パターンからの光を基板上に導く投影光学系とを有し、前記基板を露光する露光装置であって

前記露光装置が少なくとも 1 つの光学部材と、前記少なくとも 1 つの光学部材の自重変形量が小さくなるように、前記少なくとも 1 つの光学部材に対して非接触に力を加える加力手段を有することを特徴とする露光装置。

【0085】

(実施態様 2) 前記加力手段は、永久磁石あるいは電磁石あるいはローレンツ力あるいは静電力のいずれか又はそれらの組み合わせを用いていることを特徴とする実施態様 1 記載の露光装置。

【0086】

(実施態様 3) 前記投影光学系の波面収差を計測する波面収差計測手段と、該波面収差計測手段の計測結果に基づいて、前記加力手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする実施態様 1 又は 2 記載の露光装置。

【0087】

(実施態様 4) 前記制御手段が、前記計測結果に基づいて前記少なくとも 1 つの光学部材の自重方向の変形に対する補正量を算出し、該算出結果に従って前記加力手段を制御することを特徴とする実施態様 3 記載の露光装置。

【0088】

(実施態様 5) 前記基板を駆動する基板駆動ステージを有し、前記波面収差計測手段は前記基板駆動ステージ上に設けられたことを特徴とする実施態様 3 又は 4 記載の露光装置。

【0089】

(実施態様 6) 前記少なくとも 1 つの光学部材に対して非接触に、前記少なくとも 1 つの光学部材の位置を調整することが可能な位置調整手段を有することを特徴とする実施態様 1 乃至 5 いずれかに記載の露光装置。

【0090】

(実施態様 7) 前記位置調整手段は、永久磁石あるいは電磁石あるいはローレンツ力あるいは静電力のいずれか又はそれらの組み合わせを用いていることを特徴とする実施態様 6 記載の露光装置。

【0091】

(実施態様 8) 前記投影光学系の波面収差を計測する波面収差計測手段と、

該波面収差計測手段の計測結果に基づいて、前記位置調整手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする実施態様 6 又は 7 記載の露光装置。

#### 【0092】

(実施態様 9) 前記制御手段が、前記計測結果に基づいて前記少なくとも 1 つの光学部材の位置に対する補正量を算出し、該算出結果に従って前記位置調整手段を制御することを特徴とする実施態様 8 記載の露光装置。

#### 【0093】

(実施態様 10) 前記基板を駆動する基板駆動ステージを有し、前記波面収差計測手段は前記基板駆動ステージ上に設けられたことを特徴とする実施態様 8 又は 9 記載の露光装置。

#### 【0094】

(実施態様 11) 原版のパターンを照明し、前記パターンからの光を基板上に導いて前記基板を露光する露光装置であって、前記露光装置が少なくとも 1 つの光学部材と、前記少なくとも 1 つの光学部材の自重変形量が小さくなるように、前記少なくとも 1 つの光学部材に対して非接触に支持する支持手段を有することを特徴とする露光装置。

#### 【0095】

(実施態様 12) 前記支持手段は、永久磁石あるいは電磁石あるいはローレンツ力あるいは静電力のいずれか又はそれらの組み合わせを用いていることを特徴とする実施態様 11 記載の露光装置。

#### 【0096】

(実施態様 13) 前記投影光学系の波面収差を計測する波面収差計測手段と、該波面収差計測手段の計測結果に基づいて、前記位置調整手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする実施態様 11 又は 12 記載の露光装置。

#### 【0097】

(実施態様 14) 前記制御手段が、前記計測結果に基づいて前記少なくとも 1 つの光学部材の自重方向の変形に対する補正量を算出し、該算出結果に従って前記支持手段を制御することを特徴とする実施態様 13 記載の露光装置。

#### 【0098】

(実施態様 15) 前記基板を駆動する基板駆動ステージを有し、前記波面収差計測手段は前記基板駆動ステージ上に設けられたことを特徴とする実施態様 13 又は 14 記載の露光装置。

【0099】

(実施態様 16) 前記少なくとも 1 つの光学部材に対して非接触に、前記少なくとも 1 つの光学部材の位置を調整することが可能な位置調整手段を有することを特徴とする実施態様 11 乃至 15 いずれかに記載の露光装置。

【0100】

(実施態様 17) 前記位置調整手段は、永久磁石あるいは電磁石あるいはローレンツ力あるいは静電力のいずれか又はそれらの組み合わせを用いていることを特徴とする実施態様 16 記載の露光装置。

【0101】

(実施態様 18) 前記投影光学系の波面収差を計測する波面収差計測手段と、該波面収差計測手段の計測結果に基づいて、前記位置調整手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする実施態様 16 又は 17 記載の露光装置。

【0102】

(実施態様 19) 前記制御手段が、前記計測結果に基づいて前記少なくとも 1 つの光学部材の位置に対する補正量を算出し、該算出結果に従って前記位置調整手段を制御することを特徴とする実施態様 18 記載の露光装置。

【0103】

(実施態様 20) 前記基板を駆動する基板駆動ステージを有し、前記波面収差計測手段は前記基板駆動ステージ上に設けられたことを特徴とする実施態様 18 又は 19 記載の露光装置。

【0104】

(実施態様 21) 前記少なくとも 1 つの光学部材が、該露光装置で用いる光を反射する反射部材であることを特徴とする実施態様 1 乃至 20 いずれかに記載の露光装置。

【0105】

(実施態様 22) 実施態様 1 乃至 21 いずれかに記載の露光装置を用いて前



記基板を露光する工程と、前記露光された基板を現像する工程とを有することを特徴とするデバイスの製造方法。

### 【0 1 0 6】

#### 【発明の効果】

本発明により、露光装置上でのミラーの自重変形及び面内並進シフト方向及び鉛直方向の微小変位及び回転軸倒れの補正が可能になり、投影系反射ミラーの波面補正をすることが可能になり、ミラー面精度（光学収差）の悪化を防ぎ、投影光学系の場合ウェハへの結像性能の悪化及び照度低下を防ぐ効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

実施例に示す露光装置全体図

##### 【図 2】

実施例に示す投影系ミラー詳細図

##### 【図 3】

実施例に示すミラー波面計測手段構成図

##### 【図 4】

他の実施例 1 に示す投影系ミラー詳細図

##### 【図 5】

他の実施例 2 に示す投影系ミラー詳細図

##### 【図 6】

他の実施例 3 に示す投影系ミラー詳細図

##### 【図 7】

他の実施例 3 に示す投影系ミラー詳細図

##### 【図 8】

他の実施例 3 に示すミラー波面計測手段構成図

##### 【図 9】

他の実施例 4 に示す投影系ミラー詳細図

##### 【図 1 0】

従来例に示す露光装置全体図

## 【図 1 1】

従来例に示す投影系ミラー詳細図

## 【図 1 2】

デバイス（ICやLSIなどの半導体チップ、LCD、CCD等）の製造を説明するためのフローチャートである

## 【図 1 3】

図 1 2 に示すステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである

## 【符号の説明】

- 1 励起レーザー
- 2 光源発光部
- 2 A 光源 A
- 3 真空チャンバー
- 4 真空ポンプ
- 5 露光光導入部（照明光学系）
- 5 A ミラー A
- 5 B ミラー B
- 5 C ミラー C
- 5 D ミラー D
- 6 レチクルステージ
- 6 A 原盤
- 7 縮小投影ミラー光学系
- 7 A ミラー A
- 7 B ミラー B
- 7 C ミラー C
- 7 D ミラー D
- 7 E ミラー E
- 7 F 鏡筒
- 8 ウエハステージ
- 8 A ウエハ

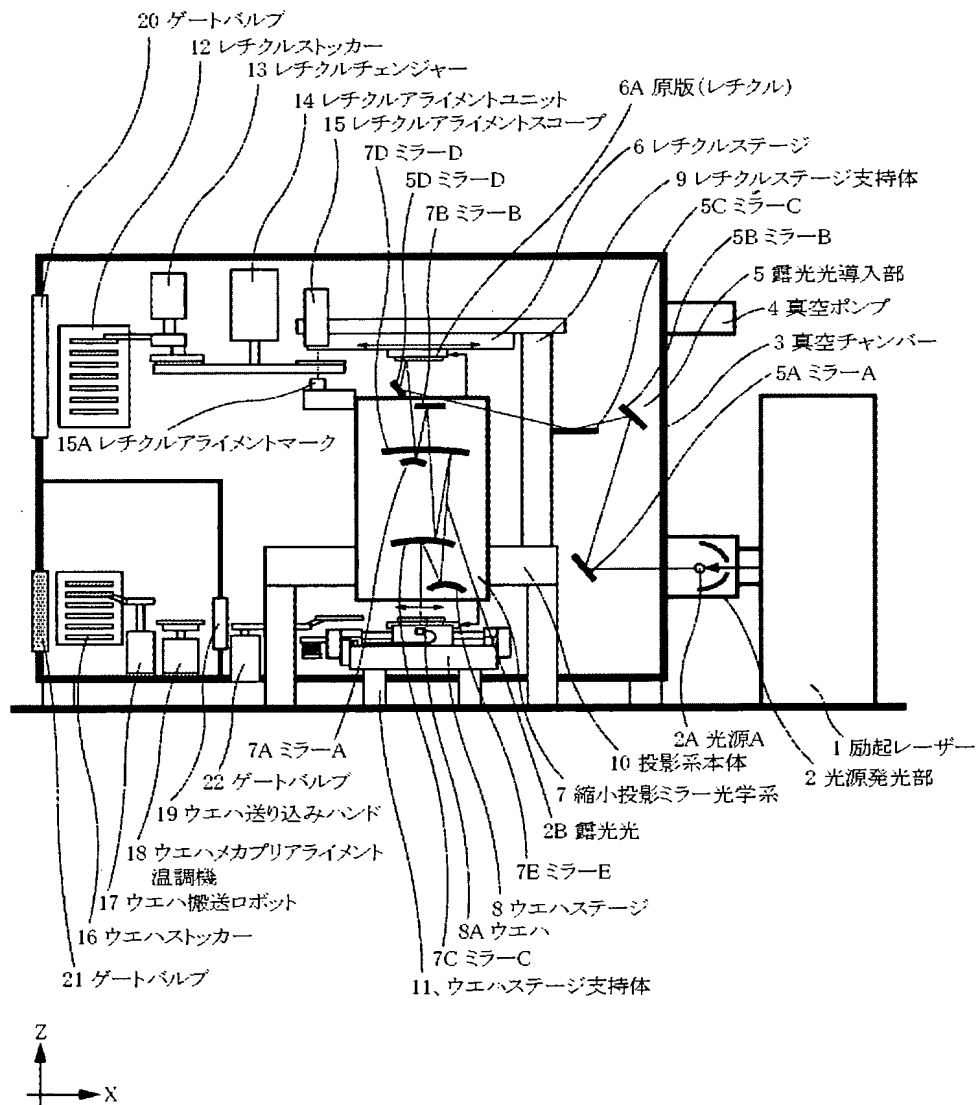
- 9 レチクルステージ支持体
  - 1 0 露光装置本体
    - 1 1 ウエハステージ支持体
    - 1 2 レチクルストッカー
    - 1 3 レチクルチェンジャー
    - 1 4 レチクルアライメントユニット
    - 1 5 レチクルアライメントスコープ
    - 1 6 ウエハストッカー
    - 1 7 ウエハ搬送ロボット
    - 1 8 ウエハメカプリアライメント温調機
    - 1 9 ウエハ送り込みハンド
  - 2 0 ゲートバルブ
    - 2 1 ゲートバルブ
    - 2 2 ゲートバルブ
    - 2 3 波面計測光源出射口
      - 2 3 A 波面計測光源光供給光ファイバー
    - 2 4 波面計測受光センサー
    - 2 5 D ミラー保持エレメント
    - 2 5 F ミラー変位計測手段
    - 2 5 G 自重補償力発生手段（ローレンツ）
    - 2 5 H X Y 水平位置補償推力発生手段
    - 2 5 J Z 推力発生手段
    - 2 5 K 自重補償力発生手段（マグネット）
    - 2 5 L 自重補償力発生手段（静電吸引力）
    - 2 5 M 自重補償力発生手段（ローレンツ）
    - 2 5 N 自重補償力発生手段（ローレンツ）
    - 2 5 P 自重補償力発生手段（マグネット）
  - 2 6 D ミラー保持エレメント
  - 2 6 F ミラー変位計測手段

- 2 6 G 自重補償力発生手段（ローレンツ）
- 2 6 H X Y 水平位置補償推力発生手段
- 2 6 J Z 推力発生手段
- 2 6 K 自重補償力発生手段（マグネット）
- 2 6 L 自重補償力発生手段（静電吸引力）
- 2 6 M 自重補償力発生手段（ローレンツ）
- 2 6 N 自重補償力発生手段（ローレンツ）
- 2 6 P 自重補償力発生手段（マグネット）
- 2 7 ミラー系変位計測演算回路
- 2 8 波面計測値演算回路
- 2 9 ミラー自重補償＋鉛直水平補正駆動テーブル演算回路
- 3 0 ミラー自重補償＋水平鉛直補償駆動制御手段
- 1 0 1 励起レーザー
- 1 0 2 光源発光部
  - 1 0 2 A 光源 A
  - 1 0 2 B 露光光
- 1 0 3 真空チャンバー
- 1 0 4 真空ポンプ
- 1 0 5 露光光導入部
  - 1 0 5 A ミラー A
  - 1 0 5 B ミラー B
  - 1 0 5 C ミラー C
  - 1 0 5 D ミラー D
- 1 0 6 レチクルステージ
  - 1 0 6 A 原版
- 1 0 7 縮小投影ミラー光学系
  - 1 0 7 A ミラー A
  - 1 0 7 B ミラー B
  - 1 0 7 C ミラー C

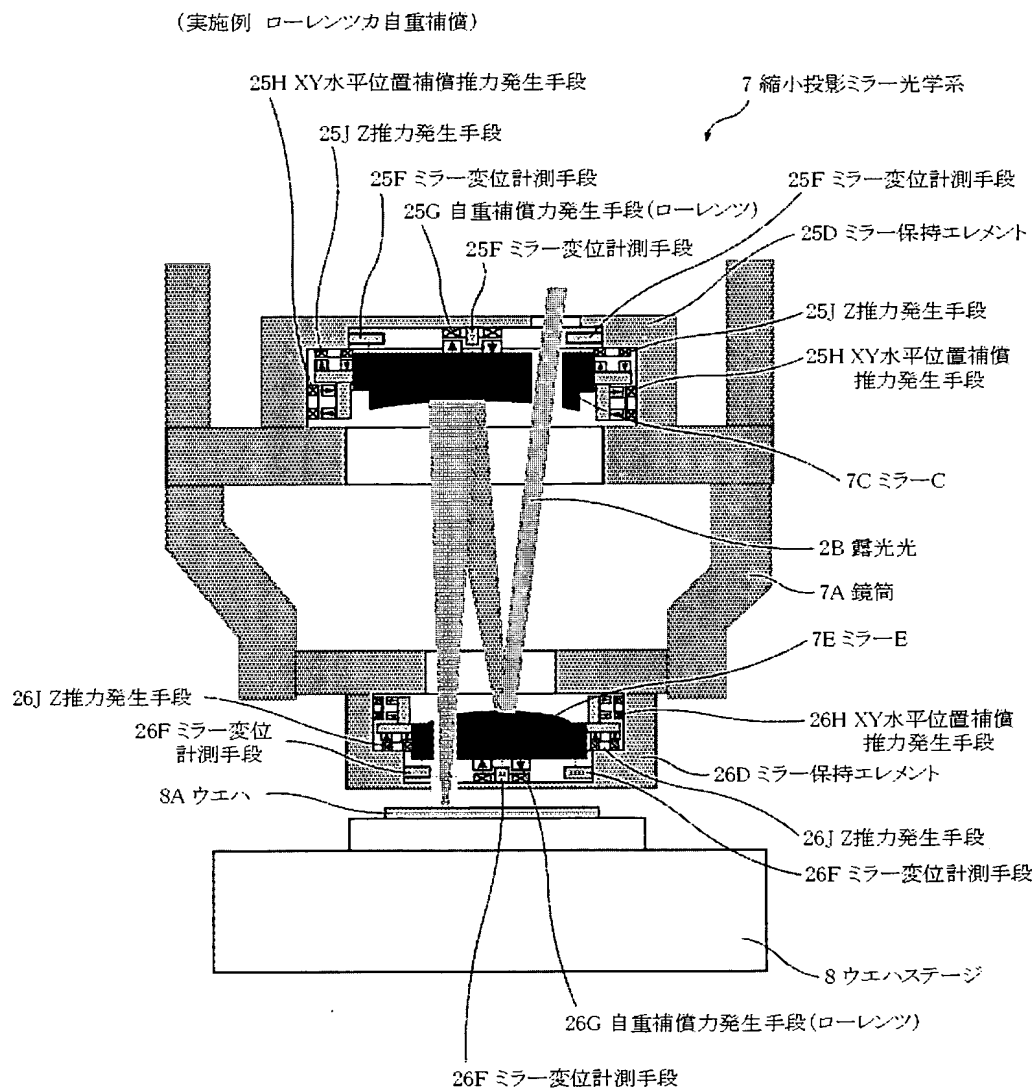
- 1 0 7 D ミラー D
- 1 0 7 E ミラー E
- 1 0 7 F 鏡筒
- 1 0 8 ウエハステージ
- 1 0 8 A ウエハ
- 1 0 9 レチクルステージ支持体
- 1 1 0 露光装置本体
- 1 1 1 ウエハステージ支持体
- 1 1 2 レチクルストッカー
- 1 1 3 レチクルチェンジャー
- 1 1 4 レチクルアライメントユニット
- 1 1 5 レチクルアライメントスコープ
- 1 1 6 ウエハストッカー
- 1 1 7 ウエハ搬送ロボット
- 1 1 8 ウエハメカプリアライメント温調機
- 1 1 9 ウエハ送り込みハンド
- 1 2 0 ゲートバルブ
- 1 2 1 ゲートバルブ
- 1 2 2 ゲートバルブ

【書類名】 図面

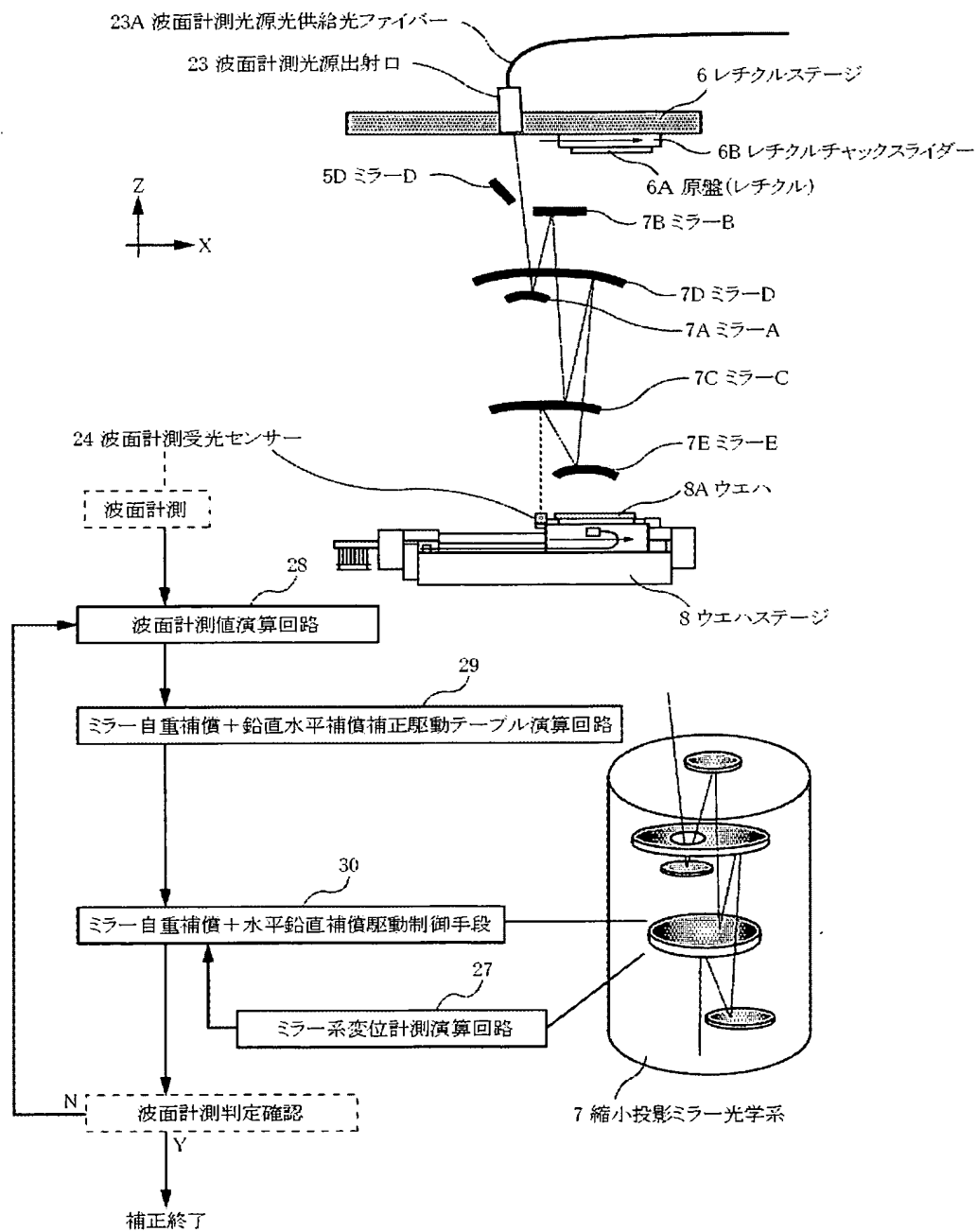
【図 1】



【図 2】



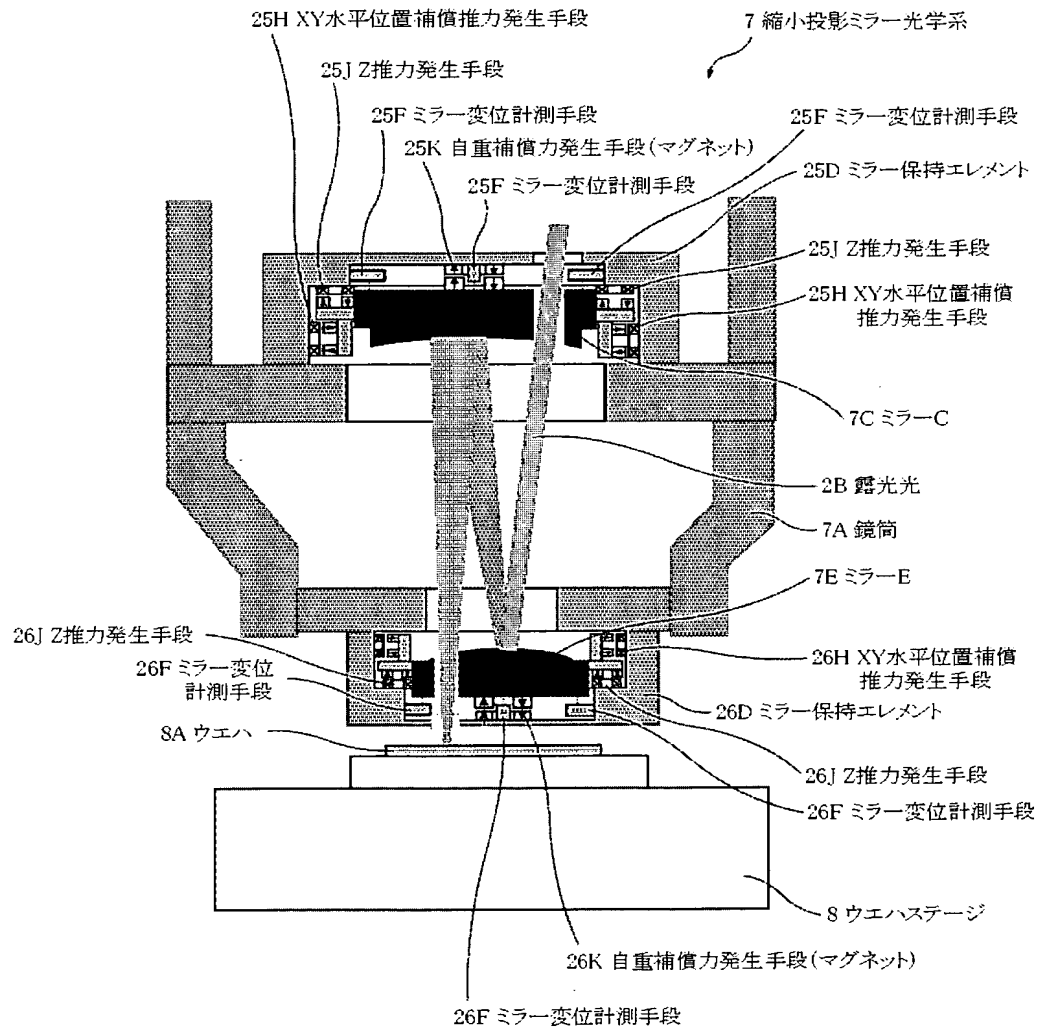
【図 3】





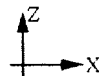
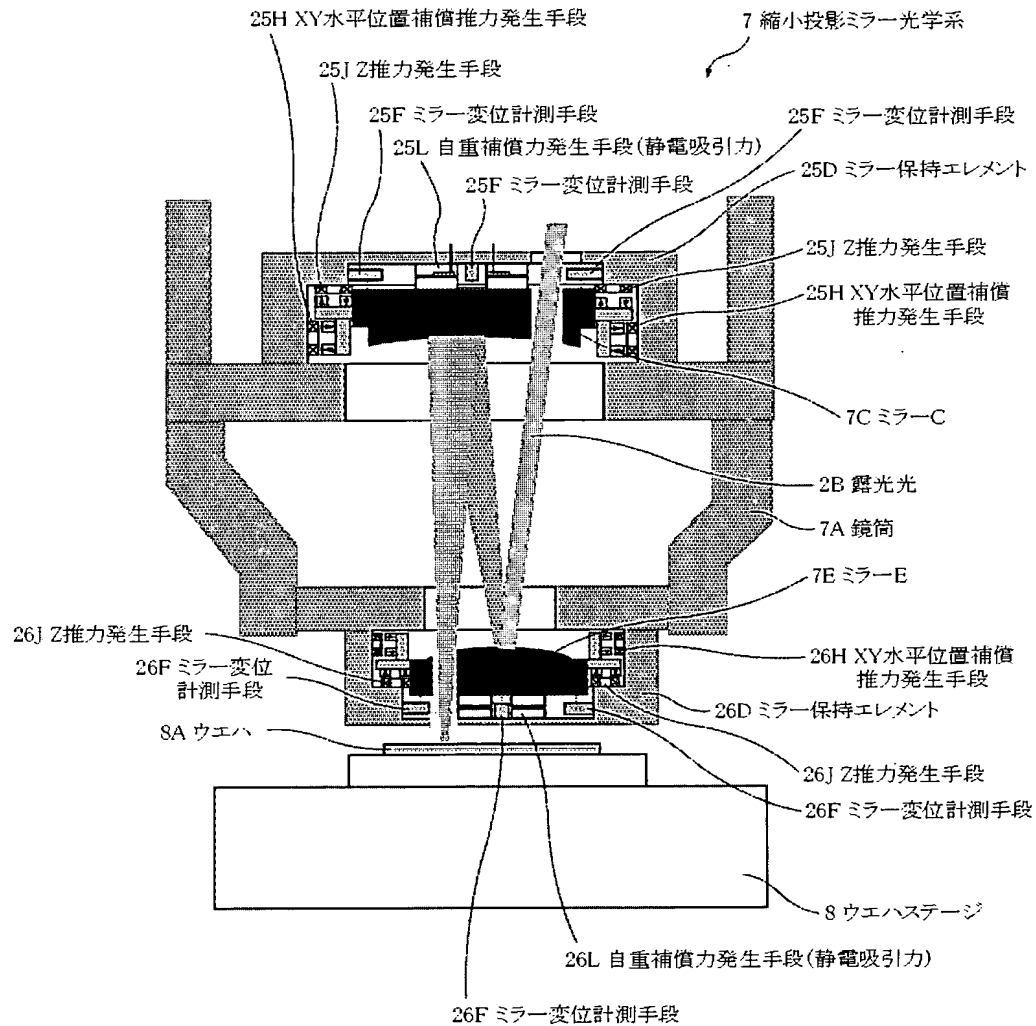
【図 4】

(他の実施例1 マグネット自重補償)



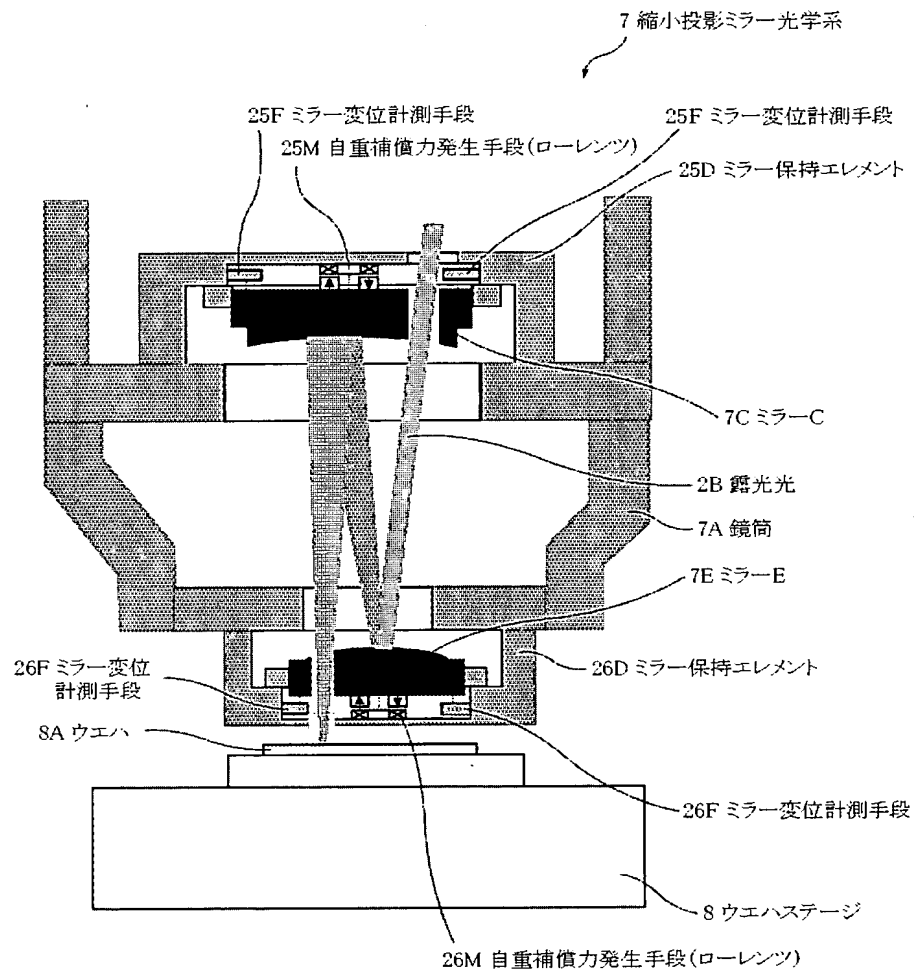
【図 5】

(他の実施例2 静電吸引自重補償)



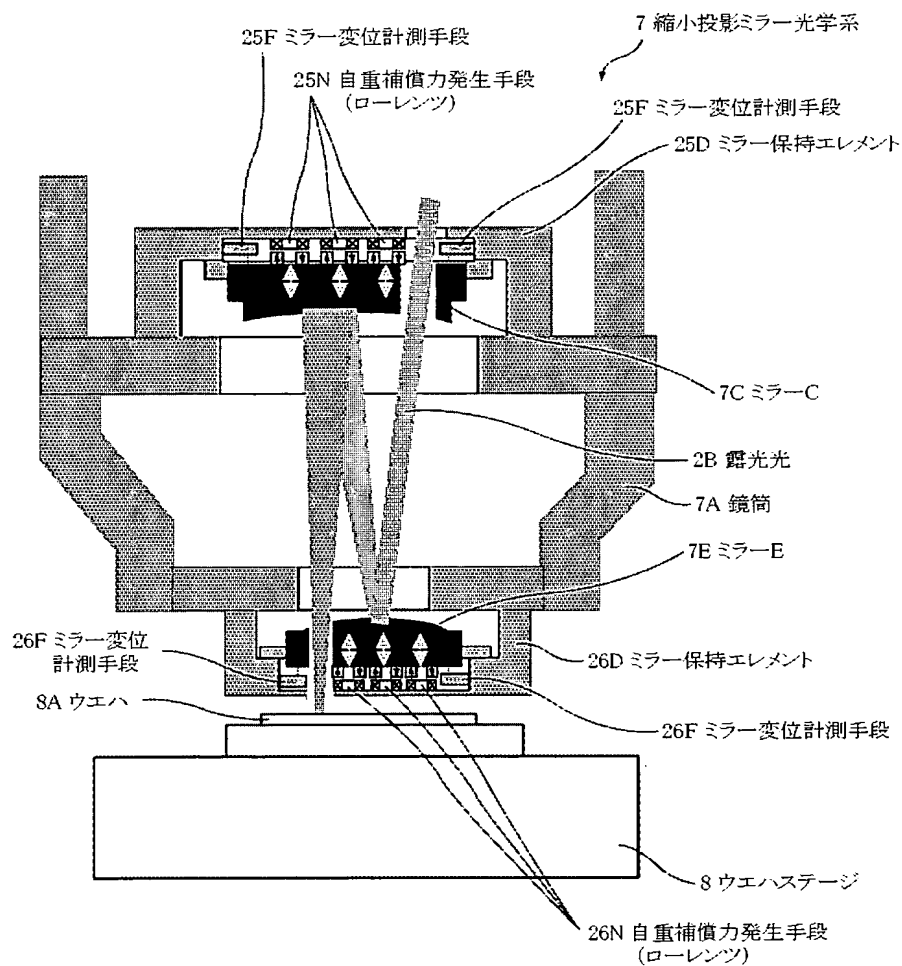
【図 6】

(他の実施例3)



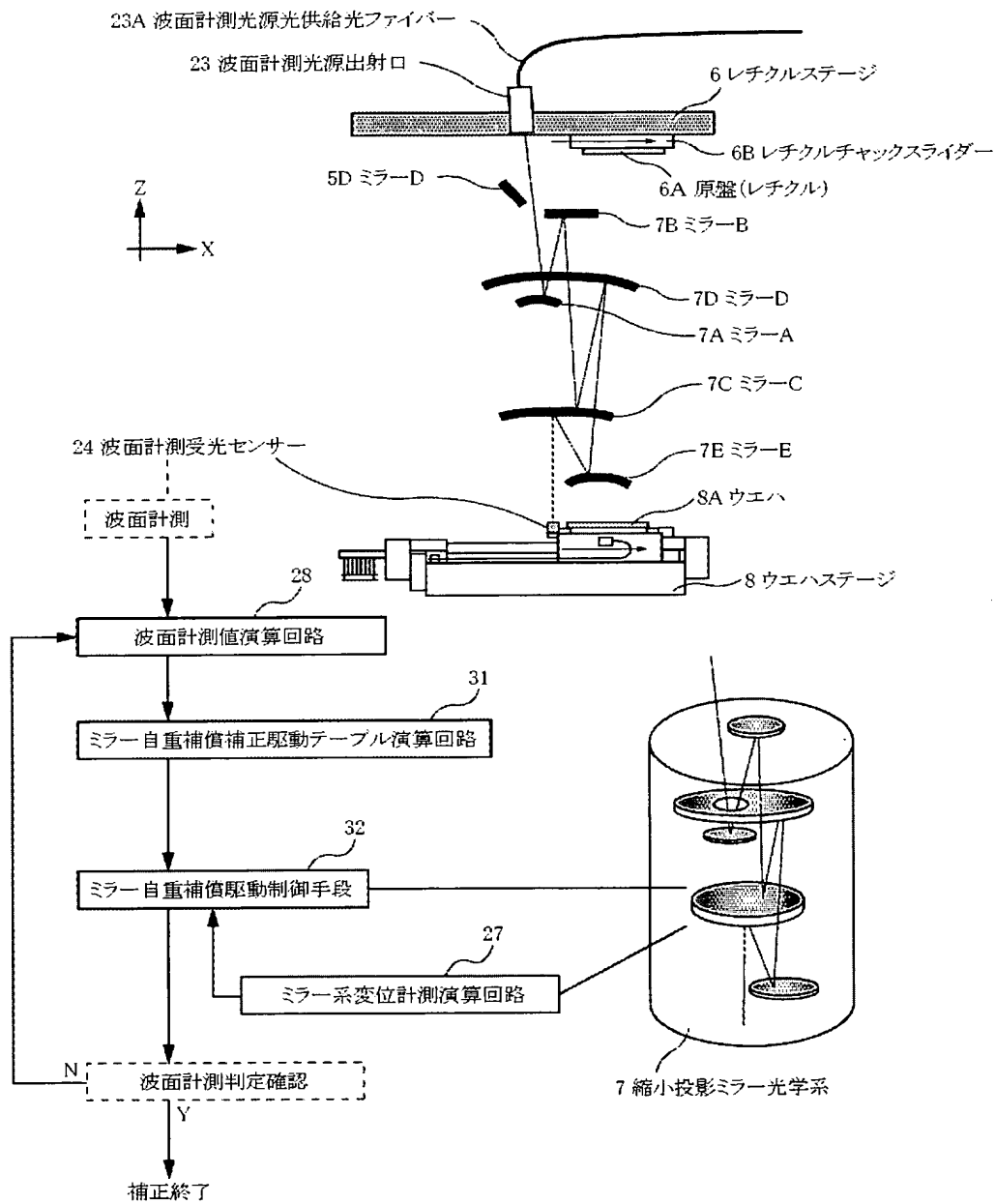
【図 7】

(他の実施例3)



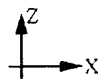
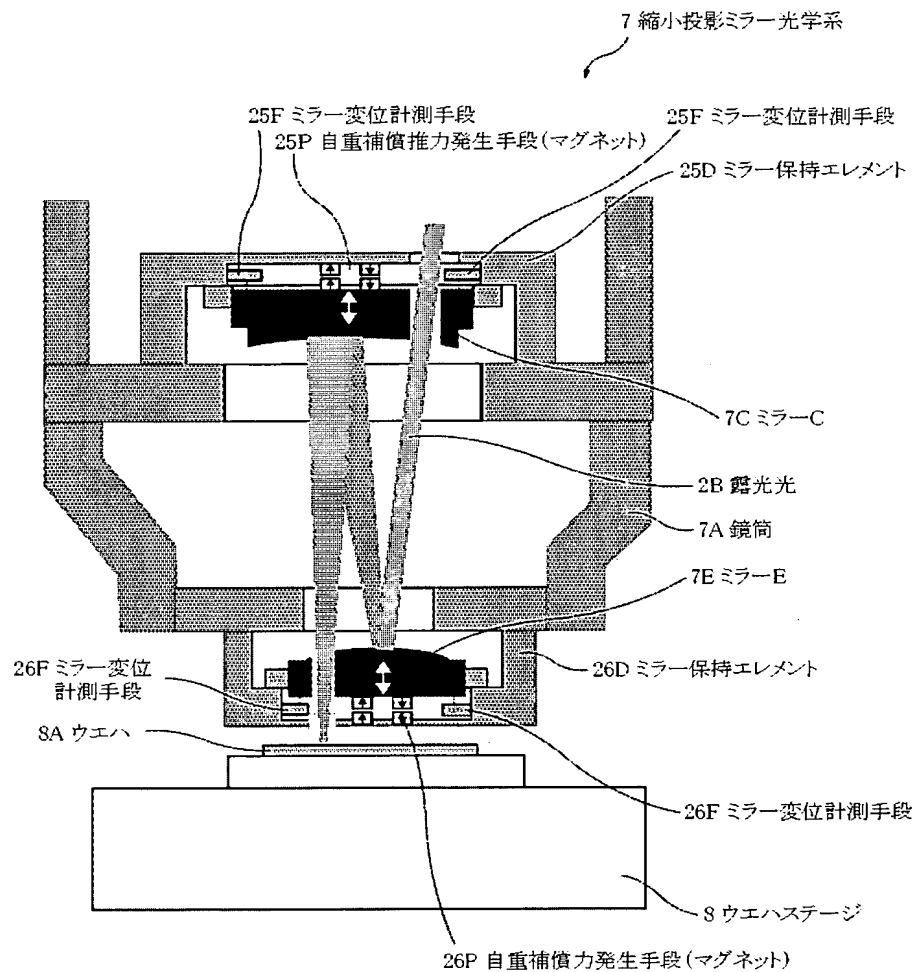
【図 8】

(他の実施例3)

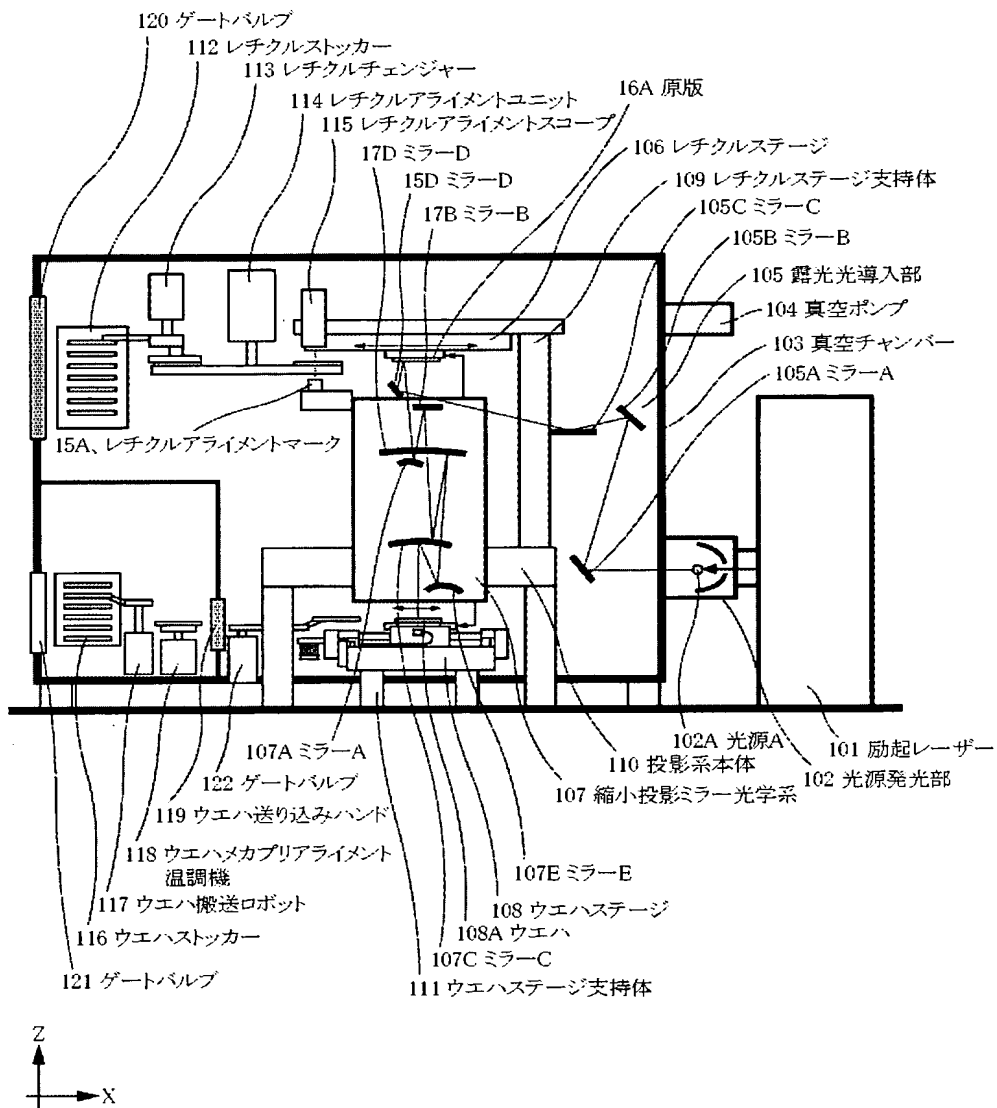


【図 9】

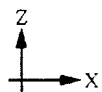
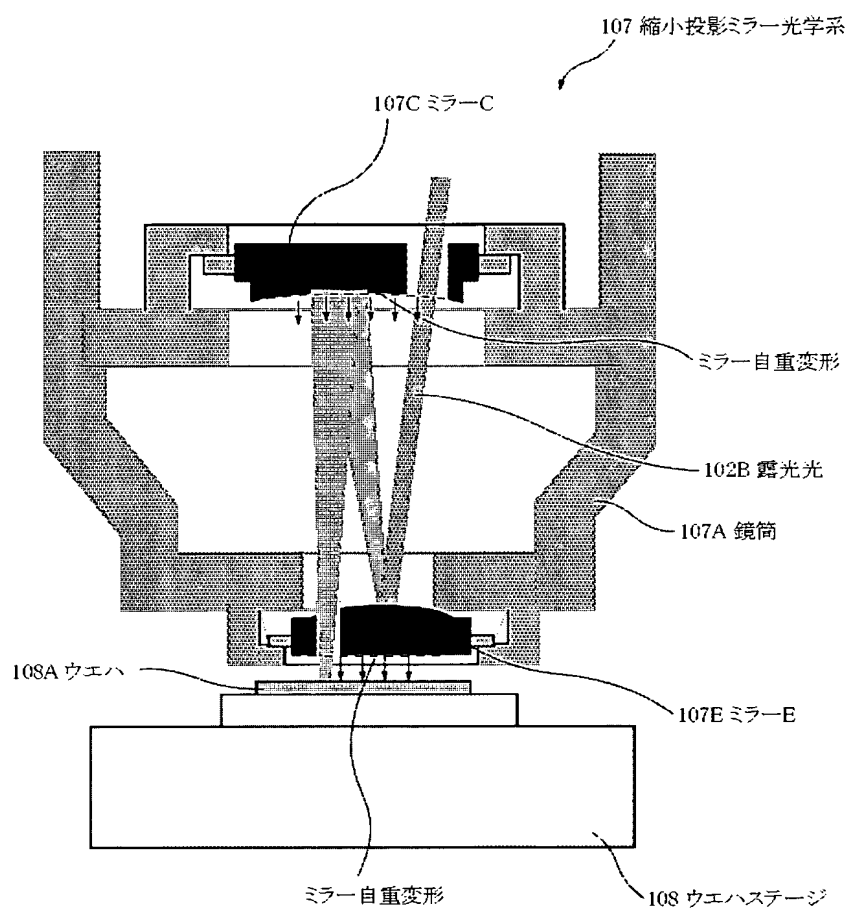
(他の実施例4)



【図 10】

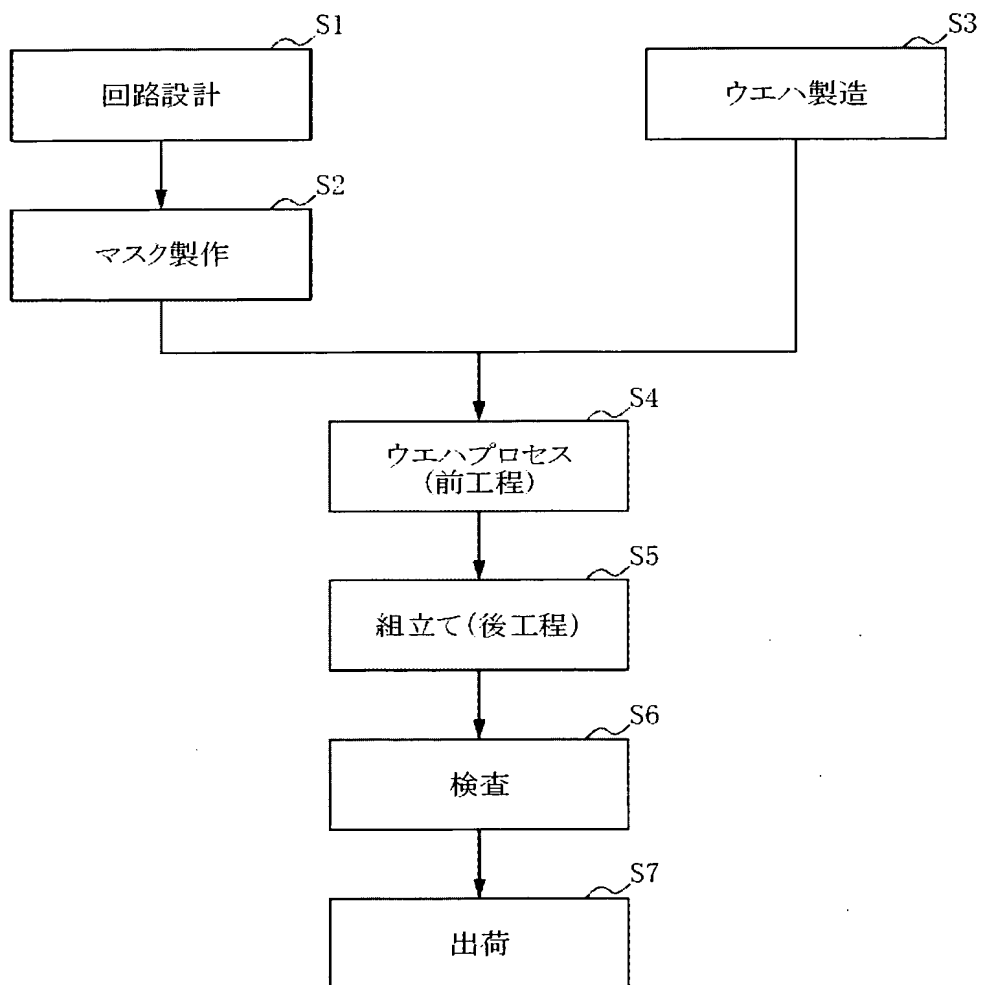


【図 11】

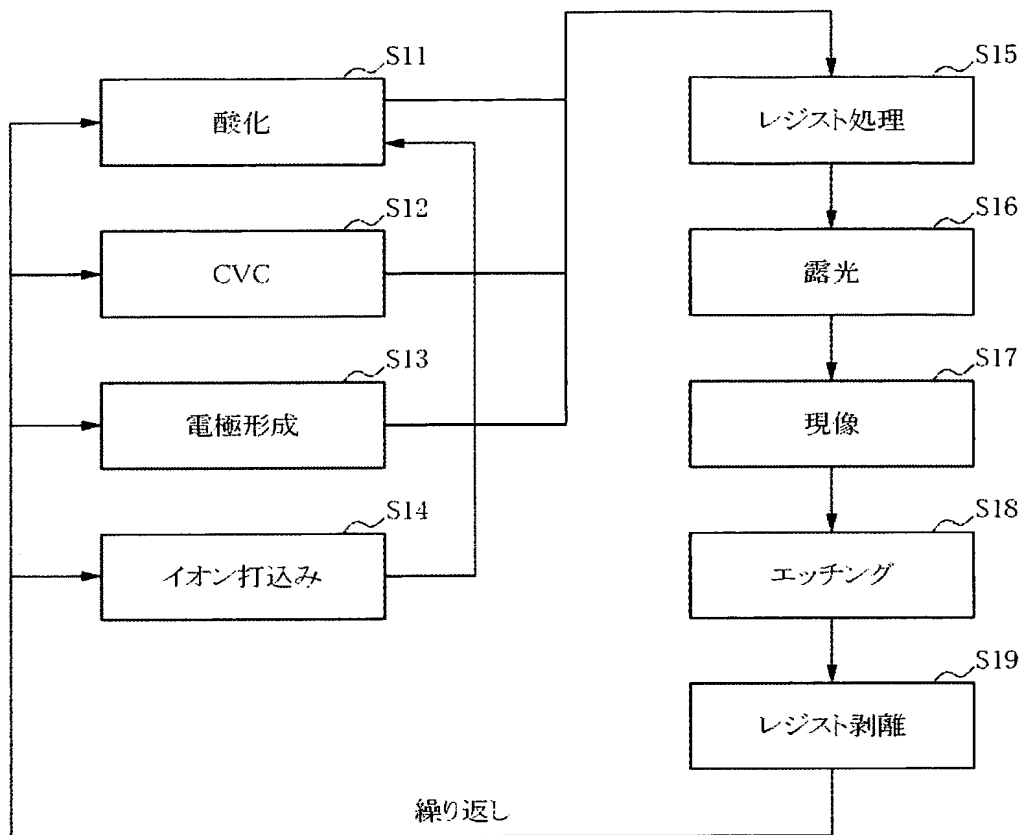




【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の露光装置における反射部材の支持方法では、自重変形を効率よく抑えることができず、所望の光学性能が得られなかった。

【解決手段】 原版のパターンを照明する照明光学系と、前記パターンからの光を基板上に導く投影光学系とを有し、前記基板を露光する露光装置であって、前記露光装置が少なくとも 1 つの反射部材と、前記少なくとも 1 つの反射部材の自重変形量が小さくなるように、前記少なくとも 1 つの反射部材に対して非接触に力を加える加力手段を有する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 1 1 0 2 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名 キヤノン株式会社